

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-335745

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
G02F 1/025
H01S 3/103
H01S 3/133

(21)Application number : 07-140190

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 07.06.1995

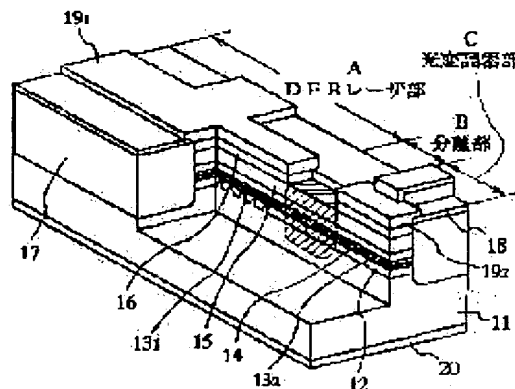
(72)Inventor : KAMITE KIYOTSUGU
MORITO TAKESHI

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor light emitting device excellent in frequency characteristics or transmission characteristics by a structure wherein the center of nonemission recombination reaching an optical waveguide part exists in an isolation part located between a laser part and a modulator part.

CONSTITUTION: Proton ions are implanted through the opening of p-InGaAsP contact 16 at an isolation part B across a p-InP clad layer 15, a p-InGaAsP absorption layer, an InGaAsP guide layer 132, an n-InGaAsP guide layer 12 and an n-InP substrate 11. Consequently, the MQW absorption layer 132 at the isolation part B is subjected to disordering and the band gap at that part is enlarged. The wavelength of light absorption band is thereby shortened and absorption of laser light is reduced thus suppressing the generation of carriers. Carriers generated nevertheless at the end of light absorption are quickly subjected to nonemission recombination by the center of nonemission recombination formed at the waveguide part thus improving the frequency characteristics in low frequency band of 10MHz or below.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.08.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335745

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S	3/18		H 0 1 S	3/18
G 0 2 F	1/025		G 0 2 F	1/025
H 0 1 S	3/103		H 0 1 S	3/103
	3/133			3/133

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-140190

(22) 出願日 平成7年(1995)6月7日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 上手 清嗣

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 森戸 健

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外1名)

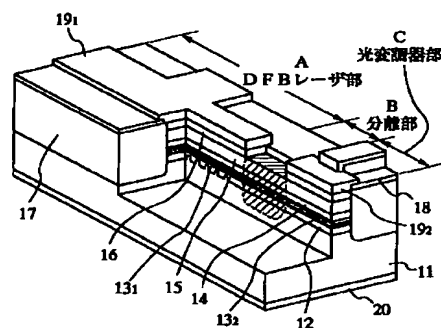
(54) 【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体発光装置に関し、周波数特性あるいは伝送特性が良好な半導体発光装置を提供する。

【構成】 InP基板11の上に、n-InGaAsPガイド層12、MQW活性層13₁、MQW吸収層13₂、p-InGaAsP吸収層14、p-InPクラッド層15、p-InGaAsPコンタクト層16を成長し、半絶縁性InP埋込層17によって分離した半導体発光装置において、DFBレーザ部Aと変調器部Cの間の分離部Bに、Zn、Cu、プロトン、Feのいずれかを注入することによって、光導波路部に到達する非発光再結合中心を有する構成とする。この場合、変調器部CがMQW構造(MQW吸収層13₂)を有し、DFBレーザ部Aと変調器部Cの間にある分離部BのMQW構造がディスオーダーリングされて吸収波長帯が短波長化されている構成とすることができる。

第2実施例の半導体発光装置の構成説明図



- 11 : n-InP基板
- 12 : n-InGaAsPガイド層
- 13₁ : MQW活性層
- 13₂ : MQW吸収層
- 14 : p-InGaAsP吸収層
- 15 : p-InPクラッド層
- 16 : p-InGaAsPコンタクト層
- 17 : 半絶縁InP埋込層
- 18 : 絶縁膜
- 19₁ : レーザ部p側電極
- 19₂ : 変調器部p側電極
- 20 : n側共通電極
- A : DFBレーザ部
- B : 分離部
- C : 変調器部

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ部と変調器部の間の分離部に、光導波路部に到達する非発光再結合中心を有することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】 変調器部が MQW 構造を有し、レーザ部と変調器部の間にある分離部の MQW 構造がディスオーダーリングされて吸収波長帯が短波長化されていることを特徴とする請求項 1 に記載された半導体発光装置。

【請求項 3】 レーザ部と変調器部の間の分離部に Zn、Cu、プロトン、Fe のいずれかが注入されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載された半導体発光装置。

【請求項 4】 レーザ部と変調器部の間の分離部の長さが $30\mu\text{m}$ 未満であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載された半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信用の半導体発光装置に関する。近年、光通信光源として、変調周波数が 2.5Gb/s 、または、 10Gb/s の半導体発光装置が有望視されている。これらの半導体発光装置には、レーザ部とは別個に設ける場合の外部変調器と同等の伝送特性を有し、変調器部に印加する変調信号がレーザ部に印加されないようにすることが要求される。

【0002】

【従来の技術】 従来の半導体発光装置においては、レーザ部と変調器部の間の分離部は変調器と同様な導波構造を有し、この分離部を高抵抗して変調信号がレーザ部に影響を与えないようにするために p 型コンタクト層を除去したり、クラッド層までイオン注入してレーザ部と変調器部の間を高抵抗化して変調器部に印加する変調信号がレーザ部に印加されないようにするという手段がとられていた。

【0003】 図 4 は、従来の半導体発光装置 (1) の構成説明図である。この図において、21 は n-InP 基板、22 は n-InGaAsP ガイド層、23₁ は MQW 活性層、23₂ は MQW 吸収層、24 は p-InGaAsP SCH 層、25 は p-InP クラッド層、26 は p-InGaAsP コンタクト層、27 は半絶縁 InP 埋込層、28 は絶縁膜、29₁ はレーザ部 p 側電極、29₂ は光変調部 p 側電極、30 は n 側共通電極、A は DFB レーザ部、B は分離部、C は変調器部である。

【0004】 従来の従来の半導体発光装置 (1) においては、n-InP 基板 21 の表面の DFB レーザ部 (分布帰還型レーザ: Distributed Feedback Laser) A に一次回折格子を形成し、その上に n-InGaAsP ガイド層 22 を成長し、その上の DFB レーザ部 A に MQW 活性層 23₁ を成長し、分離部 B と変調器部 C に MQW 吸収層 23₂ を成長し、そ

の上に p-InGaAsP SCH 層 24 を成長し、その上に p-InP クラッド層 25 を成長し、その上に p-InGaAsP コンタクト層 26 を成長する。

【0005】 そして、DFB レーザ部 A と分離部 B と変調器部 C の両側を除去して、除去した部分に半絶縁 InP 埋込層 27 を成長して、DFB レーザ部 A と分離部 B と変調器部 C を画定し、その表面に絶縁膜 28 を形成し、この絶縁膜 28 に形成した開口を通して DFB レーザ部 A に p 側電極 29₁ を形成し、変調器部 C に p 側電極 29₂ を形成し、n-InP 基板 21 の裏面に n 側共通電極 30 を形成し、分離部 B の p-InGaAsP コンタクト層 26 を除去して、DFB レーザ部 A と変調器部 C の間の電気抵抗を高くして、変調器部 C の p 側電極 29₂ と n-InP 基板 21 の裏面の n 側共通電極 30 の間に印加する変調信号が、DFB レーザ部 A に印加され、波長変動 (チャーピング) が生じるのを防いでいる。

【0006】 図 5 は、従来の半導体発光装置 (2) の構成説明図である。この図において用いた符号は、図 4 において用いたものと同じである。従来の半導体発光装置 (2) においては、n-InP 基板 21 の表面の DFB レーザ部 A に一次回折格子を形成し、その上に n-InGaAsP ガイド層 22 を成長し、その上の DFB レーザ部 A に MQW 活性層 23₁ を成長し、分離部 B と変調器部 C に MQW 吸収層 23₂ を成長し、その上に p-InGaAsP SCH 層 24 を成長し、その上に p-InP クラッド層 25 を成長し、その上に p-InGaAsP コンタクト層 26 を成長する。

【0007】 そして、DFB レーザ部 A と分離部 B と変調器部 C の両側を除去して、除去した部分に半絶縁 InP 埋込層 27 を成長して、DFB レーザ部 A と分離部 B と変調器部 C を画定し、その表面に絶縁膜 28 を形成し、この絶縁膜 28 に形成した開口を通して DFB レーザ部 A に p 側電極 29₁ を形成し、変調器部 C に p 側電極 29₂ を形成し、n-InP 基板 21 の裏面に n 側共通電極 30 を形成し、分離部 B の p-InGaAsP コンタクト層 26 と p-InP クラッド層 25 に Fe をイオン注入して、DFB レーザ部 A と変調器部 C の間の電気抵抗を高くして、変調器部 C の p 側電極 29₂ と n-InP 基板 21 の裏面の n 側共通電極 30 の間に印加する変調信号が、DFB レーザ部 A に印加され、波長変動 (チャーピング) が生じるのを防いでいる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、前述の半導体発光装置においては、 10Gb/s の変調を行う場合、PN (Pseudo-random 擬似ランダムノイズ信号) 繰り返し周期が 23 段 (2 の 23 乗) 以上では良好な伝送特性が得られにくい。その原因の一つとして、前記のいずれの場合においても、分離部の上の p-InGaAsP コンタクト層 26 を高抵抗化するた

め、分離部の光導波路に電界がかからず、レーザ部から放射される光を吸収して分離部に発生するキャリア（電子と正孔）の寿命が長くなり、10MHz以下程度の低周波数領域での周波数特性（f特）が悪化することを挙げることができる。

【0009】特に、従来の半導体発光装置（2）において、n-InP基板21の表面のDFBレーザ部Aに一次回折格子を形成し、その上にn-InGaAsPガイド層22を成長し、その上の全面にMQW活性層23、を成長した後、分離部BにあるMQW活性層23、を除去した後に、露出したn-InGaAsPガイド層22の分離部Bと変調器部CにMQW吸収層23、を成長すると、分離部BのMQW吸収層23、のDFBレーザ部A側のバレイ層とバリア層が厚くなって、この領域の光吸収帯が長波長化して、DFBレーザ部Aから放射される光を吸収し、キャリアを発生し易くなる。本発明は、周波数特性あるいは伝送特性が良好な半導体発光装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる半導体発光装置においては、前記の課題を解決するために、レーザ部と変調器部の間の分離部に、光導波路部に到達する非発光再結合中心を有する構成を採用した。

【0011】この場合、変調器部をMQW構造とし、レーザ部と変調器部の間にある分離部のMQW構造をディスオーダーリングして吸収波長帯を短波長化することによってレーザ光の吸収を低減することができる。

【0012】また、これらの場合、レーザ部と変調器部の間の分離部にZn、Cu、プロトン、Feのいずれかが注入することによって、レーザ光によって発生するキャリア（電子と正孔）を迅速に再結合させるための非発光再結合中心を形成することができる。

【0013】また、これらの場合、レーザ部と変調器部の間の分離部の長さを30μm未満にして、分離部における光の吸収を低減することができる。

【0014】

【作用】上記の、レーザ部と変調器部の間の分離部におけるレーザ光の吸収によって発生するキャリアの寿命が長いために生じる低周波数領域での周波数特性の劣化を低減するためには、分離部でのレーザ光の吸収を少なくするか、レーザ光の吸収によって発生するキャリアを迅速に非発光再結合させることが有効である。

【0015】そのためには、分離部に光導波路層までZn、Cu、プロトン、Fe等のいずれかをイオン注入して再結合センタを作り、この再結合センタによって、レーザ光の吸収によって発生するキャリアを迅速に非発光再結合させることができる。また、光導波路層がMQW構造である場合は、このイオン注入によってMQW構造がディスオーダーリングされ、光吸収スペクトルが短波長化されるためにレーザ光の吸収が低減されてキャリアの

発生が低減され、レーザ光の吸収によって発生する僅かのキャリアを迅速に非発光再結合させることができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

（第1実施例）図1は、第1実施例の半導体発光装置の構成説明図である。この図において、1はn-InP基板、2はn-InGaAsPガイド層、3₁はInGaAsP活性層、3₂はInGaAsP吸収層、4はp-InGaAsPバッファ層、5はp-InPクラッド層、6はp-InGaAsPコンタクト層、7は半絶縁InP埋込層、8は絶縁膜、9₁はレーザ部p側電極、9₂は光変調部p側電極、10はn側共通電極、AはDFBレーザ部、Bは分離部、Cは変調器部である。

【0017】この実施例の半導体発光装置においては、n-InP基板1の表面のDFBレーザ部Aに一次回折格子を形成し、その上にn-InGaAsPガイド層2を成長し、その上のDFBレーザ部Aに発振波長が1.55μmのInGaAsP活性層3₁を成長し、分離部Bと変調器部Cに吸収帯の中心波長が1.47μmのInGaAsP吸収層3₂を成長し、その上にp-InGaAsPバッファ層4を成長し、その上にp-InPクラッド層5を成長し、その上にp-InGaAsPコンタクト層6を成長する。

【0018】そして、DFBレーザ部Aと分離部Bと変調器部Cの両側を除去して、除去した部分に半絶縁InP埋込層7を成長して、DFBレーザ部Aと分離部Bと変調器部Cを画定し、その表面に絶縁膜8を形成し、この絶縁膜8に形成した開口を通してDFBレーザ部Aにp側電極9₁を形成し、変調器部Cにp側電極9₂を形成し、n-InP基板1の裏面にn側共通電極10を形成し、分離部Bのp-InGaAsPコンタクト層6を除去して、DFBレーザ部Aと変調器部Cの間の電気抵抗を高くして、変調器部Cのp側電極9₂とn-InP基板1の裏面のn側共通電極10の間に印加する変調信号が、DFBレーザ部Aに印加されるのを防いでいる。

【0019】そしてまた、分離部Bのp-InGaAsPコンタクト層6の開口を通して、p-InPクラッド層5、p-InGaAsPバッファ層4、InGaAsP吸収層3₂、n-InGaAsPガイド層2、n-InP基板1にかけて、Feをイオン注入することによって、少なくとも導波路部分に非発光再結合中心を形成し、レーザ光によって分離部に発生するキャリアを迅速に非発光再結合させて、10MHz程度以下の低周波数帯の周波数特性を改善する。

【0020】（第2実施例）図2は、第2実施例の半導体発光装置の構成説明図である。この図において、11はn-InP基板、12はn-InGaAsPガイド層、13₁はMQW活性層、13₂はMQW吸収層、14はp-InGaAsP吸収層、15はp-InPクラッド層、16はp-InGaAsPコンタクト層、17

は半絶縁 InP 埋込層、18 は絶縁膜、19₁ はレーザ部 p 側電極、19₂ は光変調部 p 側電極、20 は n 側共通電極、A は DFB レーザ部、B は分離部、C は変調器部である。

【0021】この実施例の半導体発光装置においては、n-InP 基板 11 の表面の DFB レーザ部 A に一次回折格子を形成し、その上に n-InGaAsP ガイド層 12 を成長し、その上の DFB レーザ部 A に MQW 活性層 13₁ を成長し、分離部 B と変調器部 C に MQW 吸収層 13₂ を成長し、その上に p-InGaAsP SCH 層 14 を成長し、その上に p-InP クラッド層 15 を成長し、その上に p-InGaAsP コンタクト層 16 を成長する。

【0022】この場合、DFB レーザ部 A の MQW 活性層 13₁ は、厚さ 5 nm の InGaAsP ウェル層と厚さ 10 nm の InGaAsP ($\lambda = 1.3 \mu\text{m}$) バリア層を 10 対成長したものであり、分離部 B と変調器部 C の MQW 吸収層 13₂ は、厚さ 9 nm の InGaAsP ウェル層と厚さ 5 nm の InGaAsP バリア層を 7 対成長したものである。

【0023】そして、DFB レーザ部 A と分離部 B と変調器部 C の両側を除去して、除去した部分に半絶縁 InP 埋込層 17 を成長して、DFB レーザ部 A と分離部 B と変調器部 C を画定し、その表面に絶縁膜 18 を形成し、この絶縁膜 18 に形成した開口を通して DFB レーザ部 A に p 側電極 19₁ を形成し、変調器部 C に p 側電極 19₂ を形成し、n-InP 基板 11 の裏面に n 側共通電極 20 を形成し、分離部 B の p-InGaAsP コンタクト層 16 を除去して、DFB レーザ部 A と変調器部 C の間の電気抵抗を高くして、変調器部 C の p 側電極 19₂ と n-InP 基板 11 の裏面の n 側共通電極 20 の間に印加する変調信号が、DFB レーザ部 A に印加されるのを防いでいる。

【0024】そしてまた、分離部 B の p-InGaAsP コンタクト層 16 の開口を通して、p-InP クラッド層 15、p-InGaAsP SCH 層 14、InGaAsP ガイド層 13₂、n-InGaAsP ガイド層 12、n-InP 基板 11 にかけて、プロトンイオン注入することによって、分離部 B の MQW 吸収層 13₂ をディスオーダーリングしてこの部分のバンドギャップを拡大して光吸収帯を短波長化して、レーザ光の吸収を低減して、キャリアの発生を抑制し、また、それでも光吸収端で発生したキャリアを、プロトンイオン注入によって導波路部分に形成された非発光再結合中心によって迅速に非発光再結合させて、10 MHz 程度以下の低周波数帯の周波数特性を改善する。

【0025】図 3 は、第 2 実施例の半導体発光装置の周波数特性説明図であり、(A) は従来の半導体発光装置の周波数特性、(B) は第 2 実施例の半導体発光装置の周波数特性を示している。図 3 (A) に示されているよ

うに、従来の半導体発光装置の周波数特性は、応答が 10 MHz まで徐々に低下しているが、図 3 (B) に示されているように、この実施例の半導体発光装置の周波数特性は、100 MHz 以下の落ち込みはほとんどない。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、10 Gb/s 以上の変調を良好な周波数特性で行うことができる半導体発光装置、特に PN 2-3 段以上で良好な伝送特性を有する半導体発光装置を実現することができ、光通信技術分野において寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例の半導体発光装置の構成説明図である。

【図 2】第 2 実施例の半導体発光装置の構成説明図である。

【図 3】第 2 実施例の半導体発光装置の周波数特性説明図であり、(A) は従来の半導体発光装置の周波数特性、(B) は第 2 実施例の半導体発光装置の周波数特性を示している。

【図 4】従来の半導体発光装置 (1) の構成説明図である。

【図 5】従来の半導体発光装置 (2) の構成説明図である。

【符号の説明】

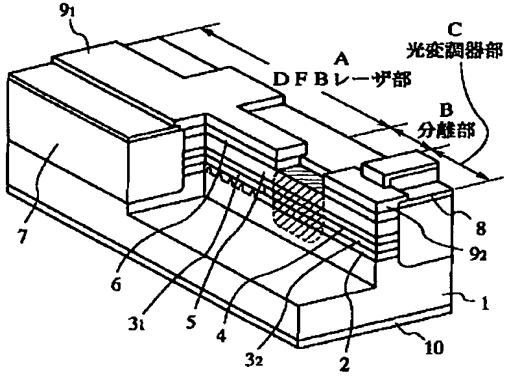
- 1 n-InP 基板
- 2 n-InGaAsP ガイド層
- 3₁ InGaAsP 活性層
- 3₂ InGaAsP ガイド層
- 4 p-InGaAsP バッファ層
- 5 p-InP クラッド層
- 6 p-InGaAsP コンタクト層
- 7 半絶縁 InP 埋込層
- 8 絶縁膜
- 9₁ レーザ部 p 側電極
- 9₂ 光変調部 p 側電極
- 10 n 側共通電極
- 11 n-InP 基板
- 12 n-InGaAsP ガイド層
- 13₁ MQW 活性層
- 13₂ MQW 吸収層
- 14 p-InGaAsP 吸収層
- 15 p-InP クラッド層
- 16 p-InGaAsP コンタクト層
- 17 半絶縁 InP 埋込層
- 18 絶縁膜
- 19₁ レーザ部 p 側電極
- 19₂ 光変調部 p 側電極
- 20 n 側共通電極
- A DFB レーザ部
- B 分離部

C 変調器部

7

【圖 1】

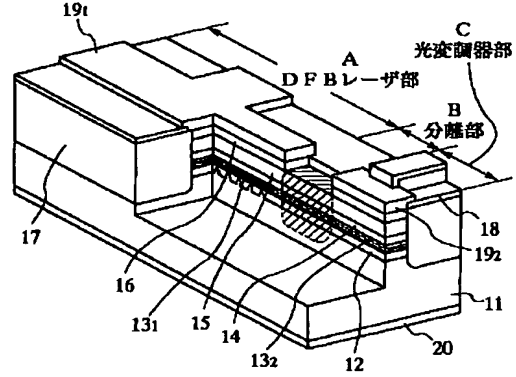
第1実施例の半導体発光装置の構成説明図



1 : n-InP 基板
2 : n-InGaAsP ガイド層
31 : InGaAsP 活性層
32 : InGaAsP ガイド層
4 : p-InGaAsP バッファ層
5 : p-InP クラッド層
6 : p-InGaAsP コンタクト層
7 : 半絶縁 InP 埋込層
8 : 絶縁膜
91 : レーザ部 p 側電極
92 : 光変調部 p 側電極
10 : n 側共通電極
A : DFB レーザ部
B : 分離部
C : 変調器部

【圖 2】

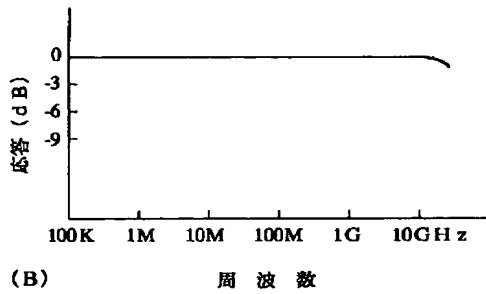
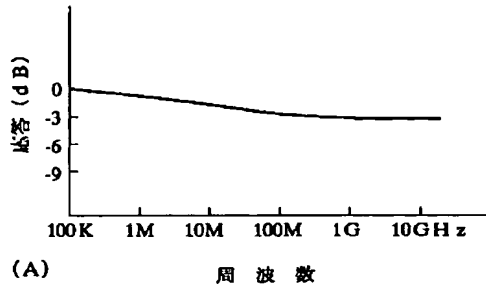
第2実施例の半導体発光装置の構成説明図



11: n-InP基板
12: n-InGaAs Pガイド層
131: MQW活性層
132: MQW吸収層
14: p-InGaAs P吸収層
15: p-InPクラッド層
16: p-InGaAs Pコンタクト層
17: 半絶縁InP埋込層
18: 絶縁膜
191: レーザ部p側電極
192: 光変調部p側電極
20: n側共通電極
A: DFBレーザ部
B: 分離部
C: 変調器部

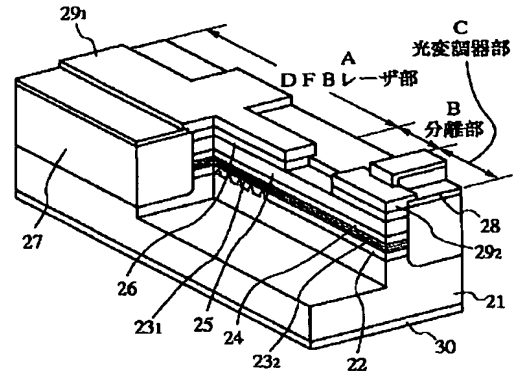
【図 3】

第2実施例の半導体発光装置の周波数特性説明図



【図 4】

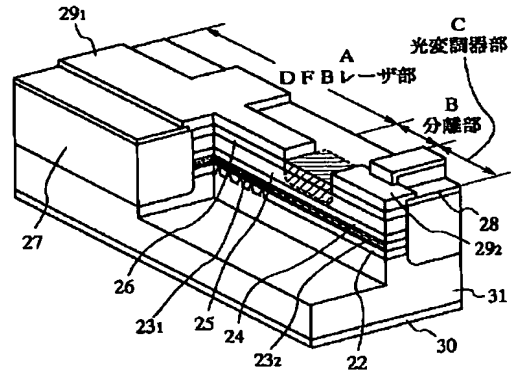
従来の半導体発光装置 (1) の構成説明図



- 21 : n-InP基板
- 22 : n-InGaAsPガイド層
- 231 : MQW活性層
- 232 : MQW吸収層
- 24 : p-InGaAsP SCH層
- 25 : p-InPクラッド層
- 26 : p-InGaAsPコンタクト層
- 27 : 半絶縁InP埋込層
- 28 : 絶縁膜
- 291 : レーザ部p側電極
- 292 : 光変調部p側電極
- 30 : n側共通電極
- A : DFBレーザ部
- B : 分離部
- C : 変調器部

【図 5】

従来の半導体発光装置 (2) の構成説明図



- 21 : n-InP 基板
- 22 : n-InGaAsP ガイド層
- 23₁ : MQW 活性層
- 23₂ : MQW 吸収層
- 24 : p-InGaAsP SCH 層
- 25 : p-InP クラッド層
- 26 : p-InGaAsP コンタクト層
- 27 : 半絶縁 InP 埋込層
- 28 : 絶縁膜
- 29₁ : レーザ部 p 側電極
- 29₂ : 光変調部 p 側電極
- 30 : n 側共通電極
- A : DFB レーザ部
- B : 分離部
- C : 変調器部

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **/SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.